



QV 770 DP6 M2c 1918

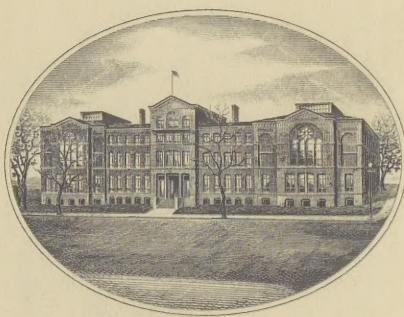
10810280R



NLM 05074276 7

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE

ARMY MEDICAL LIBRARY
FOUNDED 1836



WASHINGTON, D.C.

DUE TWO WEEKS FROM LAST DATE

JAN 12 1954

Cont. IV

Eduardo Maldonado

Universidad Mayor de San Marcos
FACULTAD DE CIENCIAS

Contribución al estudio de la Geología de Sicuani

Tesis para optar el
grado de doctor en
Ciencias Naturales.

Eduardo Maldonado

BACHILER EN CIENCIAS NATURALES
FARMACEUTICO
JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA GENERAL
DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS

1500

—LIMA — PERU—
IMPRENTA SANMARTI Y CIA.
— 1918. —

Amor

QV

770

DPG

MZC

1918

*A mis maestros de la Facultad de Ciencias y al
Dr. Edmundo Escobel, con todo afecto.*

0021



P E 1 AUG '49

Señor Decano

Señores Catedráticos:

El año próximo pasado, cúpome el honor, en mi calidad de alumno del 3er. año de estudios de esta Facultad, de acompañar al Dr. Carlos I. Lisson, Catedrático de Geología y Palentología, en la delicada misión científica que el Señor Rector de la Universidad le confiara con tanto acierto.

En esta expedición científica a los departamentos del Sur de la República, tuve ocasión de oír de labios del masestro, la interpretación de cuanto fenómeno geológico se presentaba a nuestra vista: las islas del Oceano, los acantilados de la costa, las pampas de la Joya y de Víctor, la antigüedad de los terrenos de Yura, la formación del Rodadero del Cuzco, el levantamiento de los Andes peruanos, etc. Y en ese gran museo vivo e insuperable, que es la Naturaleza, me enseñó el maestro a descifrar el enigma del pasado, a reconstruir con el pensamiento los antiguos relieves, los diferentes aspectos de lo que hoy es nuestra costa y nuestra sierra; y el pensamiento se remontó lejos y quiso también prever el futuro lejano de nuestro territorio.

Terminada la excursión universitaria, pedí permiso al Dr. Lisson para quedarme en Sicuani y el maestro antes de despedirse me dió la pauta, los consejos del profesor cariñoso que vé con gusto que ha hecho brotar un afecto por la ciencia de su predilección.

He recorrido con toda minuciosidad todos los alrededores de Sicuani, aún los mas escarpados, recogiendo todos los fósiles, rocas y datos que en mi paso encontraba.

El Dr. Lisson, me ha proporcionado abundante bibliografía y sus valiosos consejos de experto geólogo, por lo que hago públicos mi agradecimiento y gratitud.

El trabajo que presento está constituido sólo por datos y descripciones fragmentarias de todo lo que he visto en las múltiples excursiones que en los alrededores de Sicuani he efectuado.

444221

He interrogado mucho a la Naturaleza, ésta me ha respondido, mas yo no sé si he sabido interpretar fielmente todo lo que ha dicho.

LA PROVINCIA DE CANCHIS

Canchis con su capital Sicuani, es una de las provincias del departamento del Cuzco, y está formada de cinco distritos que son Sicuani, Maranganí, Pampamarca, San Pedro de Cacha y Checacupe.

La ciudad de Sicuani es la capital de la provincia, y después del Cuzco, es la ciudad mas importante de ese departamento; su posición geográfica, según Pentland, es: latitud $14^{\circ}16'20''$, longitud $73^{\circ}38'15''$; y según la comisión Ontaneda Garabito, la latitud es $14^{\circ}16'52''$ y la longitud es de $73^{\circ}34'23''$. La altura de Sicuani, según Pentland, es de 3,582 metros, y según Raimondi, 3,564 metros. La extensión de la provincia de E. a O. es de 18 leguas y de N. a S. de 10.

Cordilleras.—La gran cadena de los Andes se destaca en esta provincia formando el nudo de Vilcanota, cuya posición geográfica determinada por Pentland es: latitud S. $14^{\circ}26'50''$, longitud $73^{\circ}12'32''$ y su altura sobre el nivel del mar es de 5,362 metros. De este nudo arrancan con dirección media al N. O. sus dos ramales principales; la cordillera oriental y la occidental se separan 180 kilómetros y luego corren paralelamente; pero entre ambas cordilleras elevase la central, nacida igualmente en el maciso del Vilcanota.

Rios.—La provincia está cruzada por gran número de ríos, entre los cuales se destacan el Vilcanota, el Hercca y el Combapata.

El Vilcanota.—Vilcanota es una voz aymará que significa casa del Sol: Vilca—Sol y nota— casa. Los antiguos peruanos lo tuvieron en mucha veneración.

Este río nace en los nevados del nudo de Vilcanota, cuyas cumbres cubiertas por nieves perpetuas (5,362 metros), dejan correr por entre sus quebradas las aguas del deshielo, que vienen a reunirse en una pequeña laguna de un kilómetro de extensión, dando así origen a la cuenca de recepción, en un sitio denominado la Raya. Aquí hemos de referir lo que cuenta Polo de Ondegardo (1) en 1571: «también hay memoria bastante cuando señorearon por este mismo camino hasta la laguna del Vilcanota que es donde empieza el Collao..... que fué adoratorio de estos naturales y huacas señaladas.»

(1) Religión i Gobierno de los Incas, 2a. parte (1571), pág. 47.

Como se vé, ahora cuatro siglos parece que existió en este lugar una laguna que tuvo extensión mas o menos considerable, aunque en la actualidad no es mas que un pequeño estanque debido principalmente a la migración de la línea del *divortium aquorum*; en este lugar nacen dos grandes ríos, el primero que lleva sus aguas a la gran laguna del Titicaca y el otro que vá hacia el Oriente, El fenómeno que se observa en este lugar es muy interesante: el primero de estos ríos tiene una pendiente casi insignificante por la cual el agua corre con mucha lentitud; en cambio, las aguas que van a formar el Vilcanota corren precipitadamente por entre una pendiente, arremolinándose y arrastrando en su incesante camino todo lo que a su paso se opone: por lo cual se vé que pasados algunos siglos habrá muerto esta pequeña lagunita y las aguas que se dirigen al oriente irán aserrando el nudo del Vilcanota, hasta captar por completo las aguas que se dirigen al Titicaca

Así, pues, el origen del Vilcanota está en la Raya, desde donde las aguas abren su cauce por entre una arenisca muy oscura, y van formando unos pequeños cañoncitos que tienen hasta cuatro metros de altura; recorren así una extensión de una legua, mas o menos, y luego, de improviso, caen las aguas sobre un cono de deyección formado de grandes rodados. Desde aquí las aguas, fuertemente aumentadas, siguen su curso tranquilamente hasta la confluencia con el río Hercca donde atraviesa por un banco de una arenisca muy fina. De aquí sigue el río formando grandes meandros y no pocos pantanos fluviales como en una llanura; este río va tomando los nombres de los lugares por donde pasa, tal como Urcos, Urubamba, etc.

Este río corre entre las cordilleras occidental y central, después de un largo curso interandino logra cortar cerca de Ollantaytambo las cadenas central y oriental, para unirse con otros ríos en las llanuras y formar el Ucayali.

El lecho de este río, en invierno, alcanza a lo mas a 150 metros, y en verano puede llegar hasta 300 metros el lecho mayor. Cerca del pueblo de Maranganí se observan algunas terrazas fluviales y parte de la ciudad de Sicuani está construída sobre terreno de aluvión.

La cantidad de sedimentos que arrastra en invierno es casi insignificante, en cambio en verano pasa el río con gran ruido y llevando en su masa gran cantidad de sedimentos.

El Padre Acosta en su Historia de las Indias (pág. 167) dice:» «Vilcanota es un cerro que según la opinión de las gentes está en el lugar mas alto del Perú. Por lo alto está cubierto de nieve y por partes todo negro, como carbón. Salen de él dos manantiales a partes contrarias que en breve rato se hacen arroyos grandes y poco después ríos muy caudalosos. . . . Este manantial cuando sale de la pe-

ña Vilcanota que he dicho es de la misma manera que agua de lejía, la color cenicienta, y todo él babeando un humo a kola quemada y así corre largo trecho, hasta que la multitud de aguas, que entran a él, le apaga aquel fuego y humo que sacan de su principio».

El Padre Acosta se refiere seguramente a que en este sitio se encuentran unas fuentes termales cuya temperatura, según los estudios del sabio Raimondi es de 92° 6 C. Los viajeros que pasan por estos lugares tan fríos, se quedan encantados al ver el contraste de la naturaleza. En medio de un desierto de punas altas, cubiertas de nieves perpetuas, de serranías áridas y estériles, levántanse unas columnas de vapor de agua de estos manantiales que comunican a los alrededores de la fuente un clima templado, en medio de aquella frígida serranía circundada de nieves perpetuas. La cumbre de los nevados de la Raya está a 5.462 m. y la de las fuentes termales a 3038m. sobre el nivel del mar.

Otro río de no menor importancia es el que tiene su origen en la laguna de Langui, la que tiene tres leguas de largo y una y media de ancho, y en ella se encuentran multitud de aves acuáticas, y gran número de peces, principalmente el suche que es uno de los peces mas agradables que se encuentran en las lagunas y ríos de las serranías del sur. Este río corre por el valle de Hercca formando un gran número de meandros y a ambos lados se vé numerosas terrazas (Lam. I—Fig. 1), desemboca en el río Vilcanota cerca de Sicuani, aumentando considerablemente las aguas de este.

El río Combapata tiene su origen en la laguna de Sihuincocha; dicha laguna tiene una extensión de 75 kilómetros cuadrados y a una altura de 4,600 metros sobre el nivel del mar. Es el río mas caudaloso después del Vilcanota.

DEVÓNICO

Antecedentes—El Dr. C. I. Lisson ha reasumido el conocimiento que se tiene de éste periodo en su trabajo sobre la Edad de los fósiles peruanos y distribución de sus depósitos. 1917.

Este período ha sido poco estudiado en el Perú. El Dr. Alberto Gadea envió una colección de fósiles de los alrededores de Puno a la Escuela de Ingenieros, al Dr. Olacoea, y mi maestro el Dr. Carlos I. Lisson, que ha estudiado dicho material, lo considera como del Devónico; no siendo este, sino la continuación de la formación de Bolivia.

Los ingenieros Dueñas y Romaña enviaron de Pussi y Taraco algunos fósiles al Dr. J. Bravo, quien ha estudiado dichos fósiles y los considera del Devónico.

El Dr. Edmundo Escomel encontró en Sicuani una abundante

fauna en Hercca-Sicuani-, (Departamento del Cuzco), que fué enviada al Dr. Lisson quien determinó en 1913 dicha fauna como devónica. El año de 1917 el Dr. Lisson como jefe de la excursión científica enviada al S. de la República, visitó estos yacimientos y consiguió una buena colección de fósiles que le sirvieron para afirmar la presencia de este terreno. El Dr. Angel Maldonado ha encontrado una abundante fauna Devónica en Tayataya (Dep. Puno).

Contribución.—Posteriormente hemos visitado la quebrada de Hercca. A la izquierda de la quebrada se encuentra el cerro Sunturi que se eleva a 890 metros; está constituido por una arenisca en la que se halla una abundante fauna devónica, esta arenisca está fuertemente impregnada de óxido de hierro e intercalada por capas de una arcilla blanco sucio en la que se encuentra gran cantidad de fósiles; las capas están colocadas casi perpendicularmente; avanzando hacia el fondo de la quebrada, encontramos que se continúa esta formación en una extensión de 1,800 metros; en el trayecto, sobre el camino, se encuentra gran cantidad de fósiles, siendo digno de observarse que al principio del cerro Sunturi se encuentran los *Tropidoleptus* y a medida que avanzamos encontramos especies nuevas. Cerca del pueblo de Hercca cambia la formación, aquí vuelve aparecer una arenisca intercalada con pizarras y calcáreo pero sin fósiles; me inclino a creer que esta formación pertenece al Carbonífero inferior que está en concordancia con el Devónico. En el fondo de la quebrada se destaca el Lisana en que hay grandes blocks de arenisca sin fósiles.

Al otro lado del río se encuentra el cerro Acocunca cuyas capas tienen la misma dirección y los mismos fósiles que el cerro Sunturi; sigue el cerro Hatun Pucara compuesto por una arenisca rojiza, pizarras arcillosas roja y verde, la formación está en discordancia con la del cerro Belen Pucara que en seguida indicamos.

Chectuyo.—Siguiendo al S. de la quebrada de Hercca vemos que se continúa la formación devónica; cerca de la fábrica de tejidos de Chectuyo hay un cerro llamado Sancana, en donde hemos encontrado la misma fauna del cerro Sunturi; está constituido por una arenisca rojiza, pizarras descompuestas muy dislocadas y unas arcillas pizarrosas donde se encuentran nódulos arcillosos esféricos y elipsoidales. Al frente de la fábrica de tejidos mencionada, se encuentra el Pilluni que contiene una abundante fauna devónica.

Uscupata.—Uno de los valles mas pintorescos de esta región, se encuentra en las inmediaciones, al S. de Sicuani, se llama Uscupata. Nos dirigimos por un pequeño camino que pasa por el pueblo de Trapiche y de aquí seguimos por el camino que conduce al pueblo de Uscupata.

El valle está situado a la izquierda del Vilcanota, tiene la forma de una V; a la entrada se vé un cerro elevado constituido por pizarras muy dislocadas, por areniscas y arcillas descompuestas; este cerro se eleva a mas de 1,000 metros. Siguiendo hacia el fondo se vé que a ambos lados se elevan unos elevados cerros compuestos de arenisca roja en la cual se observan grandes Ripple marks, la dirección es de E. a O., la inclinación al S. Hacia el fondo del valle a una distancia de 24 kilómetros y una altura de 5,200 metros se encuentran unos elevados cerros cubiertos por nieves perpetuas en donde nace el pequeño río que atraviesa este valle, cuyas aguas corren con ruido por la pendiente. En este valle se encuentran capas de travertino.

La formación de Uscupata pertenece al Devónico. Las areniscas rojas son de formación lagunar del Devónico y en ellas no se encuentran fósiles.

Maranganí.—Según Paz Soldán Maranganí es corrupción de Maran-cani, que quiere decir en quechua batán grande, haciendo seguramente alusión al aspecto del pueblo de Marangani y sus contornos.

Los cerros de los alrededores están constituidos por areniscas, pizarras arcillosas, calcáreo y gran cantidad de yeso; esta formación pertenece al Devónico. Siguiendo hacia la Raya se encuentran restos de la formación lagunar.

Uyurmiri.—Se encuentra al N. E. de Sicuani y a una legua; es una quebrada pintoresca, en ella se encuentran los baños de *Uyurmiri*; aquí se ven pequeñas capas de travertino. La quebrada está formada por una arenisca roja, dirección NE a SO, inclinación al E.; en esta quebrada se observan cortes de mas de 300 metros de altura, en la parte baja afloran capas de una arenisca blanca. Esta formación se continúa hacia Cruscunca y pertenece al Devónico.

San Pablo.—Este pueblo se encuentra al N. y a tres leguas de Sicuani, está unido por ferrocarril y por el camino de la antigua carretera.

En Cruscunca hay un corte de 60 metros de altura constituido por pizarras arcillosas de diferentes colores y por arenisca. Esta formación se continúa hacia San Pablo; a la izquierda se encuentra un sinclinal en el cerro de Quermamani compuesto por capas de arenisca y pizarras arcillosas (Lam. I Fig. 2), continúan los cerros de Accala y de Ninarupa compuestos de arenisca verde y roja intercalada por pequeños lechos de pizarra arcillosa.

A la derecha de San Pablo se encuentran cerros muy elevados como los de Sunchi y Songña; la formación es idéntica a la anterior.

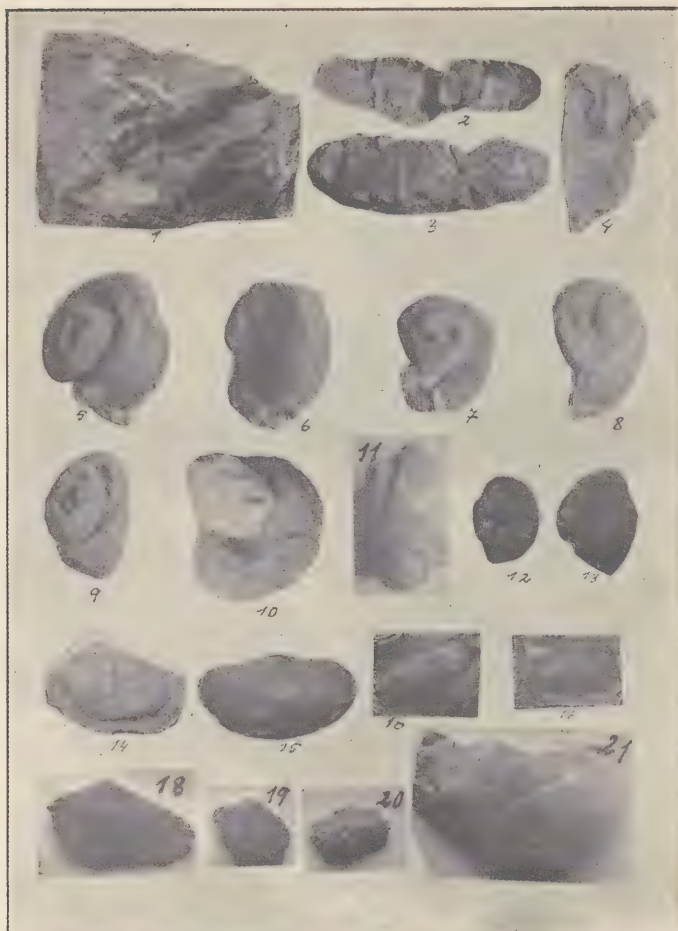
Lámina N.º 1



- 1: Quebrada de Hercca.
2: Sinclinal de Quermamani.
3: *Tropidolectus carinatus*, Comp.

Lámina N^o. 2

Fauna del Silúrico y Devónico.



- 1, 2, 3, y 4: Huellas de Anélidos.
 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, y 13: *Platyceras* sp.?
 14: *Tropidoleptus Carinatus*, Conr.
 15, 16 y 17: *Chonetes* sp?
 19 y 20: *Spirifer* sp?

San Pedro de Cacha.—Este pueblo está situado al N. y a 12 kilómetros de San Pablo, su altura es de 3,542 metros. Entre los pueblos de San Pablo y San Pedro hacia la margen izquierda del Vilcanota se extiende una inmensa sábana blanca que no viene a ser sino el depósito calcáreo de numerosas fuentes que afloran en este lugar.

Al N. E. de San Pedro de Cacha se encuentra el cerro de Paclla que está constituido por pizarras arcillosas de diferentes colores que son muy aprovechadas por los naturales en la fabricación de artefactos. En la plaza de este pueblo se encuentra una capa de travertino.

La formación de los cerros que rodean a este pueblo corresponde al Devónico.

La fauna encontrada en los yacimientos fosilíferos de los cerros: Sunturi, Sancana y Pilluni, es la siguiente:

Tropidoleptus carinatus, Conr. Lámina 1—fi. 3.

Platyceras sp. ? (Lam. 2)

Ortoceras sp. ?

Restos de crinoideos.

Lonsdaleia sp. ? (Lam. 2.)

Chonetes sp. ? (Lam. 2).

Chonetes sp.

Tentaculitis

Conularia.

Spirifer sp. ? (Lam. 2)

ANTRACOLITICO

Este período comprende el Carbonífero y el Pérmico de la antigua clasificación, por presentar caracteres paleontológicos comunes; algunos autores han propuesto reunirlos en un solo sistema bajo la denominación de Permo-Carbonífero, pero M. Waagen en 1891 propuso el nombre de Antracolíptico que ha sido aceptado por la mayoría de los geólogos.

Principales fases.—En el Perú se han reconocido formaciones de origen marino y continental; es la primera vez en los períodos geológicos que las formaciones continentales propiamente dichas juegan un rol importante.

Las formaciones marinas han sido reconocidas en diferentes partes de la República. Mi maestro el Dr. Carlos I. Lisson en su tra-

bajo sobre los Fósiles Peruanos y distribución de sus depósitos 1917, hace un estudio completo de los terrenos reconocidos de este periodo, hasta el presente. (1)

El sistema antracolíptico después de muchas discusiones entre los geólogos eminentes ha quedado dividido en los siguientes pisos según lo expresa Emile Haug.

Permiano	Thuringiano	Superior	Sistema Antracolíptico
	Saxoniano		
	Artinskiano (antuniano)	Medio	
Carbonífero	Ouraliano (Stefaniano)		
	Moscoviano (Wesfaliano)	Inferior	
	Dinantiano		

Las formaciones marinas reconocidas hasta la fecha en el Alto Ucayali, en el Pichis, en Huanta, Tarma, Ambo y Puno pertenecen al piso Ouraliano.

En el Alto Ucayali.—Fué reconocido por el Dr. Carlos I. Lisson que encontró en un calcáreo que le enviaron de Capiruchunguiare una fauna Paleozoica consistente en *Spirifer* sp?

En el río Pichis.—Encontraron Orville y A. Deway algunas especies de *Spirifer* y Terebrátulas. En 1873, Orton obtuvo corales y braquiopodos.

En Huanta.—Gabb reconoció una muestra muy mal conservada de *Productus* provenientes de Culluchaca a tres leguas de Huanta. Poco después el Señor Urbina encontró en el cerro Santiago, *Productus vespertilio* Gabb y *Productus Capaci*, d'Orbigny pertenecientes al Ouraliano, dicho trabajo le sirvió de tesis para optar el grado de Dr. en Ciencias Naturales (2).

En Tarma.—Al S. E. fué reconocido por el profesor Steinman en unos fósiles que le proporcionó el Señor Vienrich y posteriormente Meyer determinó este material y encontró una abundante fauna Ouraliana.

En Ambo.—Aquí ha sido determinado el Ouraliano por el profesor Carlos I. Lisson, al S. E. de la ciudad, en una formación calcárea de donde extrajo una rica fauna Ouraliana.

Región del Lago Titicaca.—Muchos geólogos eminentes han reconocido el Carbonífero principalmente en la isla del Titicaca y la península de Copacabana que forma parte de la cuenca carboní-

(1) Dr. Lisson C. I.—Edad de los fósiles peruanos i distribución de sus depósitos.—Lima 1917.

(2) Urbina F.—Estudio mineralógico i geológico de las serranías de Huanta, en *Gaceta Científica*, Lima.

fera ubicada en la frontera Perú-Boliviana, en ella encontraron una fauna muy abundante Pentland, d'Orbigny, Forbes, Gabb y el profesor Raimondi.

El profesor Bowman indica afloramientos del Ouraliano: en Cotahuasi (dep. Arequipa), en el Pongo de Mainique (dep. del Cuzco), en Huascatay (Dep. de Apurimac), en Huancaramo y en Pampaconas.

A Dereims encontró una abundante fauna del Carbonífero inferior en el lago Titicaca.

El profesor Balta cree que el morro de Arica también pertenece a éste período (1); el prof. Lisson rectificó este dato y determinó la edad del morro de Arica como Caloviano (jurásico).

Formaciones continentales.— En el Perú son muy raras las formaciones continentales. El año 1900 el profesor Fuchs (2), indicó la existencia de una flora carbonífera en la península de Paracas y dió la determinación de algunas especies; posteriormente el prof. Carlos I. Lisson consultó al prof. Zeiller y éste determinó dos de las muestras enviadas y opina que pertenecen al piso Westphaliano.

Los prof. Lisson y Balta consideran dos cuencas carboníferas: la Huanta-Pichis, reducida a una faja angosta dirigida del S. E. al N. O. comprendida entre los 10° y $\frac{1}{2}$ y 13° de latitud Sur y los 76° y 77° de longitud O. del meridiano de París.

Y la cuenca del Titicaca formada también por una estrecha faja paralela a la cordillera de los Andes cuya dirección como la anterior es de S. E. a N. O., situada entre los 14° y $\frac{1}{2}$ y $16^{\circ}\frac{1}{2}$ de latitud S. y los 71° y 73° de longitud O. del meridiano de París.

Establecidas estas dos cuencas carboníferas, el prof. Balta dice: «continuarán los afloramientos carboníferos del Titicaca por el N. O. hasta encontrarse con la prolongación al S. E. de los de Huanta?»

«Absolver esta cuestión de gran importancia para la geología sudamericana, con algún rigor científico, no me parece fácil en el estado actual de nuestros conocimientos sobre la región intermedia»

El sabio geólogo Marcou señala como carbonífero, una faja estrecha, continua, dirigida de S. E. a N. O. desde los 16° hasta los 10° latitud S.

El prof. Balta dice que hay razones para aceptar la continuidad del carbonífero en esta parte de sud-américa, principalmente por el descubrimiento de fósiles que han tenido lugar sobre una línea paralela a la cordillera de los Andes, y luego agrega: «pero ninguna de

(1) Balta J.—Geología Tecnológica. Lima.

(2) Fuchs F.—Notas sobre el terreno carbonífero de Paracas, en Boletín de Minas. Lima.

estas razones puede suplir la falta de observaciones directas paleontológicas o estratigráficas, siendo mas prudente considerar cuencas separadas.»

Contribución.—Estos son los conocimientos que se tenía hasta la fecha sobre el antracólítico en el Perú.

Tengo el honor de contribuir al estudio de este periodo con el descubrimiento que hemos hecho de una abundante fauna Ouraliana en el cerro Belen Pucara a dos kilómetros de Sicuani y de poder establecer la gran cuenca carbonífera del Perú. Además hemos encontrado una abundante flora del Carbonífero superior que hasta la fecha no se conocían afloramientos de esta naturaleza en nuestro territorio.

Al N. O. de Sicuani y a dos kilómetros, se encuentra la parcialidad de Chimu, aquí se vé un pequeño cerro llamado Belén Pucara (Pucara-fortaleza), (Lam. 3) que está situada al centro de la hoya de Sicuani, formando una pequeña península de un kilómetro de extensión y una altura de 110 metros.

El estudio estratigráfico de este cerro es muy interesante. Se encuentra constituido por grandes bancos de areniscas (Lam. 3), siendo una de las principales canteras de este lugar; se encuentra además una marga gris oscuro, que contiene una abundante fauna Ouraliana que mas adelante describiremos, intercalada por capas de pizarras muy alteradas y por conglomerados cuya potencia pasa de 60 metros. La dirección de estas capas es de N. O. a S. E.

Discordancia entre el Devónico y el Carbonífero.—El límite de separación entre el Devónico y el Carbonífero en la mayor parte del globo no se ha podido fijar; el límite de estos dos sistemas es puramente convencional porque el paso de una fauna a otra se hace insensiblemente y no puede indicarse donde concluye el Devónico y donde comienza el Carbonífero.

En América del Sur hasta hoy no se había señalado una discordancia entre el Devónico y el Carbonífero.

Al extremo del cerro Belen Pucara se observa una discordancia, se vé que las capas que anteriormente hemos indicado no se continúan sino que están unidas al Hatun Pucara cuyas capas tienen una dirección E. O. inclinación al N., constituido por capas de una arenisca rojiza y de pizarras arcillosas de un color rojizo y verde azulado. El cerro Hatun Pucara tiene una altura de 700 metros y dista dos kilómetros de Hercca donde se encuentra el Devónico.

La formación de Belen Pucara se extiende al N. E., donde se encuentra unos cerros llamados Caraloma y el Hatun San Cristobal que se eleva a 320 metros, están constituídos por capas de areniscas claras, por pizarras negras y conglomerado. La dirección de es-

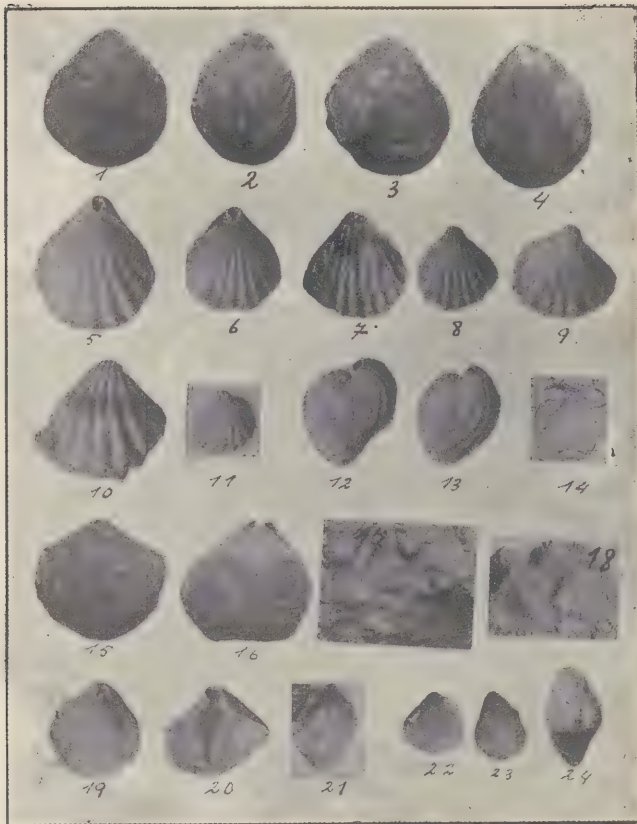
Lámina N^o. 3

Vista panorámica de la Hoya de Sieuani.



- 1: Cerro Belen Pucara.
- 4: Cerro Capillani.
- 5: Capas de arenisca, Belen Pucara.
- 6: Marga conteniendo la fauna Ouraliana.

Lámina N^o. 4
Fauna del Carbonífero.



- 1 y 2: *Productus Humboldti*, d'Orbigny.
3 y 4: *Productus Cora*, d'Orbigny.
5, 6 y 8: *Productus cf. cancriniformis*, Tschernyschew.
7: *Productus semireticulatus*, Martin.
9, 10, 12 y 13: *Coraliarios*.
14: *Seminula argentea*, Shepard.

Nota - Esta agenda corresponde a la Lámina N^o 5.

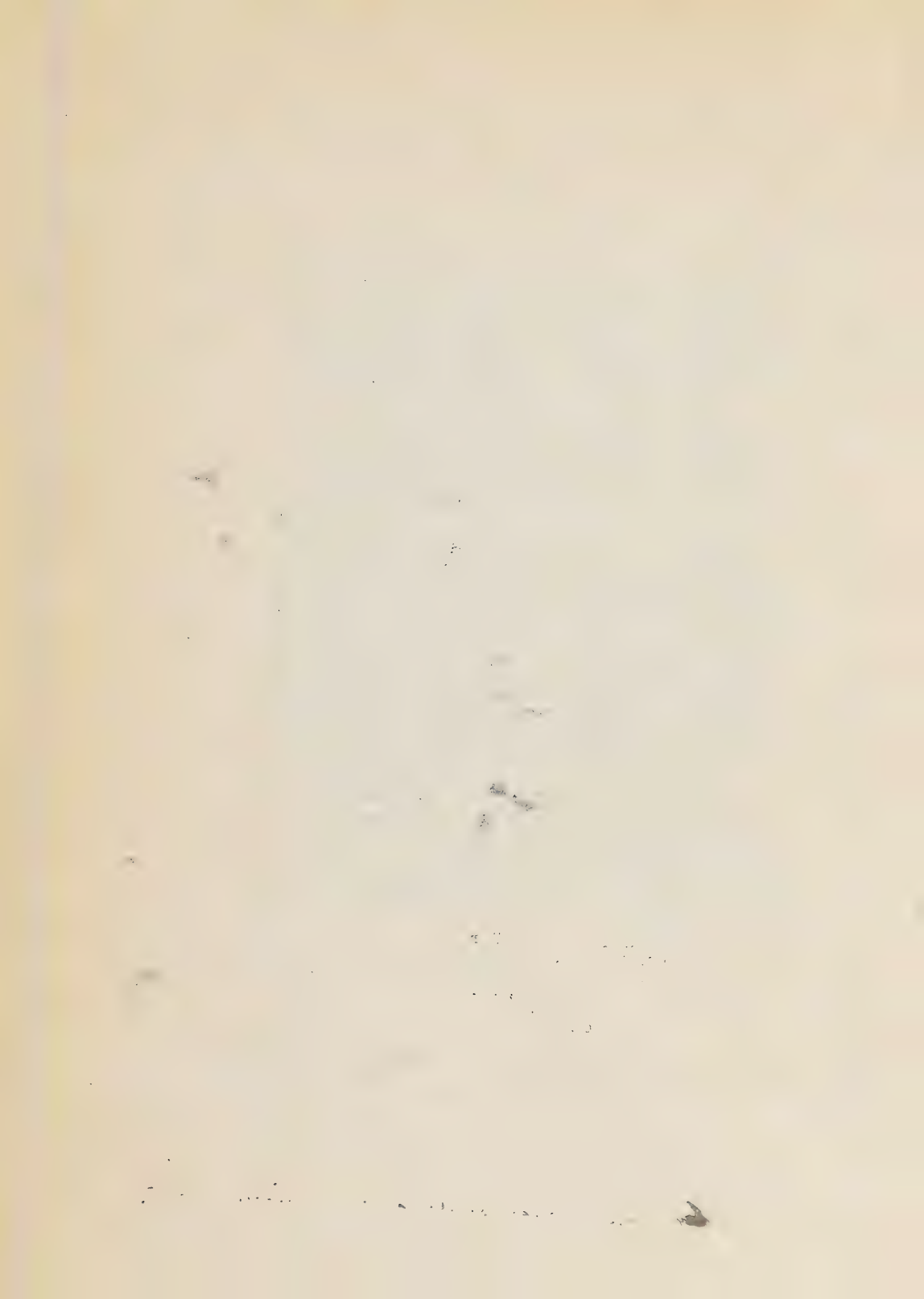


Lámina N^o. 5

Fauna del Carbonífero.



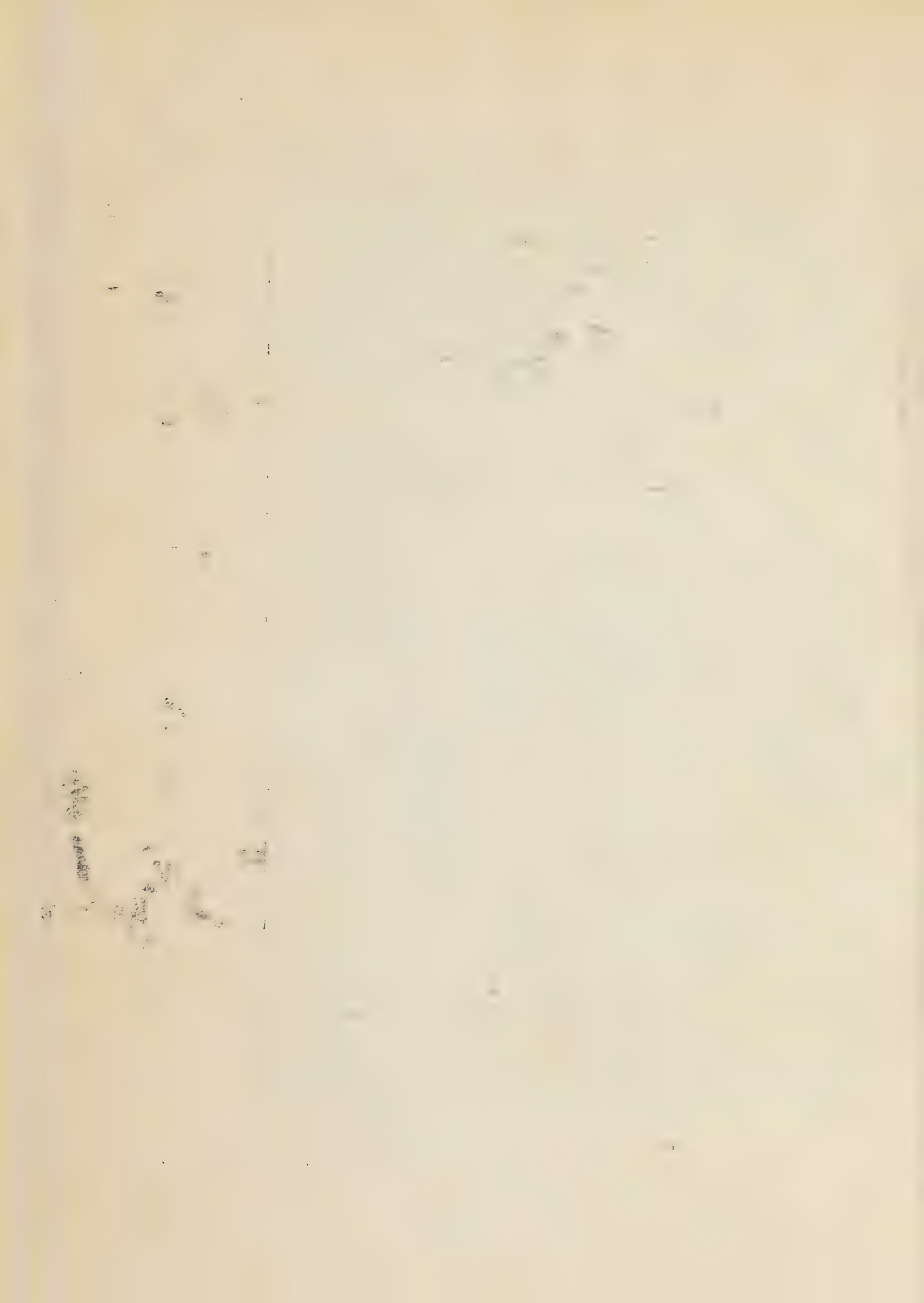
1 al 4: *Seminula argentea*, Shepard.

5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, y 18 *Hustedia mormoni* Marcou.

15 y 16: *Pugnax* Utah, Marcou.

19 y 20: *Ambocoelia planoconvexa*, Schumard.

Nota - Esta leyenda corresponde a la lámina 21-5.



tas capas es S. E. al N. O. con inclinación al O. Esta formación no contiene fósiles; se vé que sus capas han sufrido muchas dislocaciones; puede observarse multitud de fallas; y al extremo del cerro se vé un corte hecho por el Vilcanota, que pasa al pié, en donde las capas se encuentran colocadas casi horizontalmente.

Al N. de Belen Pucara, en un cerro llamado Quillocaka, se encuentra un calcáreo gris oscuro que contiene pequeños restos de fósiles. La dirección de estas capas es de N. O. a S. E. inclinación al E., el resto del cerro está constituido por una pizarra arcillosa verde azulado que contiene 7% de carbonato de cobre, azurita.

Fauna de Belen Pucara.—En la marga gris oscuro hemos encontrado una fauna muy abundante en braquiopodos. Las siguientes especies han sido determinadas: (Lams. 4 y 5)

Productus Cora, d'Orbigny.

Productus Humboldti, d'Orbigny.

Productus cf. *Cancriniformis*, Tschernyschew.

Productus capaci, d'Orbigny.

Productus d'Orbigny, de Koninck.

Productus sp. ?

Productus sp. ?

Productus sp. ?

Ambocoelia planoconvexa, Shumard.

Hustedia mormoni, Marcou.

Seminula argentea, Shepard.

Pugnax utah, Marcou.

Fenestella.

Coraliarios.

Esta formación pertenece a la Ouraliana, siendo los fósiles característicos el *Productus* Cora, d'Orbigny y la *Fenestella*.

Estudiando los afloramientos pertenecientes a este sistema, encontramos que todos ellos son de origen marino, que presentan una fauna común, y que siempre se encuentran en una marga grisácea.

Cuenca carbonífera.—El maestro Dr. Carlos I. Lisson y el Dr. José Balta establecieron dos cuencas carboníferas: la Huanta Pichis y la del Titicaca, debido a que hasta entonces no se habían hecho estudios de la región intermedia; pero mediante el reconocimiento que hemos hechos del Carbonífero en Sicuaní podemos afirmar que existe una sola cuenca carbonífera que se extiende desde los 10° y $\frac{1}{2}$ y 16° y $\frac{1}{2}$ latitud. S. y los 69° y 74° y $\frac{1}{2}$ de longitud O. de París. La dirección de los estratos en Sicuaní es de S. E. a N. O. y coincide con la dirección de los yacimientos encontrados en Huanta.

La cuenca carbonífera peruana queda pues reducida a una faja estrecha que se extiende paralelamente a la cordillera de los Andes desde el Titicaca hasta Huanta y dirigida de S. E. a N. O.

Con el establecimiento de esta cuenca carbonífera queda confirmada la suposición del sabio geólogo Marcou, respecto a la continuidad del carbonífero del Titicaca hacia el N., lo mismo que la creencia de los Drs. Lisson y Balta.

La formación marina carbonífera corresponde a una sedimentación en aguas poco profundas, y pertenecientes en consecuencia a las formaciones neríticas.

Calca.—El carbonífero aflora en los alrededores de Calca, el Señor Benigno Pacheco me ha enviado fósiles de dichos yacimientos, consistentes principalmente en *Spirifer Cora*.

FORMACIÓN SILURICA Y PERMIANA (Carbonífero superior)

Al E. de la ciudad de Sicuani se encuentra un elevado cerro llamado Calvario o Pichasenapata, cuya altura pasa de 1,400 metros, la formación es muy digna de estudio: en la parte inferior se encuentra una arenisca muy antigua con dirección E.O., intercalada por pizarras arcillosas muy descompuestas, en la arenisca se encuentran abundantes fósiles que no se han podido determinar, principalmente huellas de anélidos; pero hay razones fundadas para creer que se trata del silúrico. Sobre esta formación descansan en discordancia unas capas de pizarras negras cuya dirección es de N. a S. inclinación al S., y capas de conglomerado de 40 metros de potencia; en estas pizarras se encuentra una abundante flora marina, en la que he identificado el *Taeniopteris coriacea*, Sellard (1) que es característico del Pérmico, (Carbonífero superior), las otras especies que he encontrado, en número de catorce, no se han podido determinar. Es la primera vez que se encuentra la flora marina del Carbonífero superior en el Perú.

Hacia el S. de este cerro se encuentran unas areniscas con abundantes restos vegetales, hemos observado un tallo que tenía mas de un metro de largo.

Siguiendo al N. del cerro Calvario nos encontramos una quebrada llamada Pampacucho donde afloran capas de arenisca que contienen gran número de fósiles indeterminables, de conglomerado y de pizarras que contienen gran cantidad de fósiles vegetales. Esta formación se continúa hasta San Felipe y en todas las capas

(1) Kansas University Quaterly.—Permians Plants *Taeniopteris* of the Permian of Kansas. by E. H. Sellard.

se encuentran restos de vegetales. Junto al pueblo de San Felipe afloran grandes bancos de conglomerado, pizarras, areniscas y arcillas de diferentes colores que presentan un bello aspecto.

Huitaca.—Según Middendorf, Huitaca quiere decir tronco de árbol grueso.

Se encuentra a un kilómetro de Sicuani.

En el camino en un lugar llamado Pampa Senca se encuentra una arenisca muy antigua y en la que hay gran número de fósiles que parecen pertenecer al Silúrico.

Frente al pueblo de Trapiche se encuentra la quebrada de Huitaca que es el sitio mas pintoresco de Sicuani.

Esta quebrada se encuentra a 300 metros de altura sobre Sicuani; subiendo por un estrecho camino se hallan arcillas de colores, cuyos tonos varían mucho y en la parte superior se vé una arenisca muy descompuesta de color violeta. Cerca de Trapiche afloran capas de arenisca en la cual se hallan muchos fósiles vegetales; esta formación pertenece al Antracólítico.

OBSERVACIONES LITOLÓGICAS, MINERALÓGICAS Y ESTRATIGRAFICAS

La mayor parte de los terrenos de Sicuani se encuentran muy dislocados, tal se observa en el Hatun San Cristóbal, en el cerro de Uscupata donde se encuentra gran número de fallas. La existencia del sinclinal que hemos observado en Quermamani nos demuestra que el Devónico ha estado expuesto a grandes movimientos orogénéticos; todas las pizarras que hemos encontrado están en un estado de destrucción grande por haber sufrido levantamientos repetidos.

Los plegamientos que se observan en toda la región y la acción de erosión han modificado desde luego el relieve de esta zona.

Carácter litológico.—Los alrededores de Sicuani están constituidos principalmente por areniscas, pizarras, calcáreos, arcillas, margas, conglomerados y terrenos de aluvión.

Areniscas.—Son muy abundantes en los alrededores, se encuentran en bancos intercalados con pizarras y conglomerados, las canteras de mas consideración son las del cerro Belen Pucara que tienen una potencia de 90 centímetros; las areniscas son de colores muy variados, presentando un aspecto muy sugestivo, tal como pasa en Huitaca en donde hay una arenisca muy descompuesta de un bello color violeta; unas areniscas son blancas, como las que se encuentran en Maranganí y Uyurmiri; otras amarillentas debido a pequeña cantidad de óxido de hierro que contienen, la principal cantera es la del cerro Sunturi en la quebrada de Hercca, explotada por la

Peruvian, esta arenisca es muy dura y de grano fino; areniscas rojizas abundan en Uscupata siendo muy parecidas al Old red Sastone, esta misma arenisca se encuentra en los alrededores de San Pedro de Cacha; areniscas grises y muy antiguas se encuentran en gran abundancia en el cerro Calvario y en Marangani; areniscas verdes, pero en pequeña cantidad se encuentran cerca de San Pedro de Cacha y en Tinta. Los colores de las areniscas van pasando por tonos muy variados; entre estas areniscas hay desde los verdaderos asperones de grano muy grande hasta las cuarcitas típicas. En estas areniscas se encuentran muchos fósiles, principalmente, del Devónico, en Hercca, además de encuentran abundantes vegetales como puede verse en las muestras que acompaño.

En el cerro Calvario y en el de San Felipe puede verse el contacto entre los bancos de arenisca y conglomerado, pasando gradualmente.

Muchas de estas areniscas son muy arcillosas.

Pizarras.—Se encuentran en mucha abundancia en los alrededores de Sicuani, están sumamente dislocadas y en un estado de descomposición grande.

Se encuentran pizarras arcillosas, silicosas y calcáreas.

Las pizarras silicosas se encuentran en pequeña cantidad en los cerros de San Felipe, intercaladas con areniscas, de un color negro brillante; estas mismas pizarras se encuentran cerca de Quermamani.

Las pizarras calcáreas se las halla en pequeña cantidad en los cerros de Hatun San Cristóbal.

Las pizarras arcillosas se encuentran en gran cantidad en los alrededores de Sicuani, sus colores son de los más variados, están muy descompuestas; la mas abundante es una pizarra arcillosa de color chocolate que se encuentra en el cerro de Hatun Pucara y en algunos otros sitios, con una potencia de mas de 80 metros; hay también una pizarra de color verde, debido a una pequeña cantidad de cobre que contiene, 7%; se encuentran también pizarras arcillosas de color rojizo.

Arcillas.—Se encuentran principalmente arcillas endurecidas cuyos colores tan variados dán un aspecto especial a los cerros de Sicuani, las hay de color: rojo, rosado, violado, amarillo, blanco sucio, etc., las emplean para pintar las casas de Sicuani.

Arcillas pizarrosas.—Se las encuentran tambien en los alrededores de Sicuani y sus colores son de lo mas variados.

Margas.—Se las encuentran en el cerro de Belen Pucara, son de un color gris oscuro y contienen una abundante fauna carbonífera.

Calcáreos.—Son muy abundantes en Sicuani, Maranganí, San Pablo, San Pedro de Cacha, etc, donde se utilizan para la fabricación de la cal, tan empleada en contrucciones. Los colores de los calcáreos son: morado, amarillo, gris oscuro, etc. según los análisis que hemos practicado en el laboratorio de Química General de la Facultad de Ciencias, de algunos de estos calcáreos, hemos encontrado que tienen la siguiente composición:

Gramos por ciento

LOCALIDAD, CANTERA	RESID. ARENOSO	CO ²	SiO ²	Al ² O ³	Fe ² O ³	CaO.	MGO.	MNO.	H ² SO ⁴
Maranganí	5	29.00	25.65	2.25	0.60	42.35	3.13	Trazas	
San Felipe	.	23.00	19.25	6.00	3.36	47.25	0.35		0.30
Capillani	.	30.00	7.15	5.50	0.09	56.40	0.30		
Uscupata	.	22.00	33.90	3.00	2.00	39.00	0.04		
Maranganí	.	24.11	18.00	9.00	0.50	48.00	0.05		
Hatun San Cristobal....	.	29.00	7.15	4.28	1.81	56.00	0.03		

Conglomerados.—Los conglomerados abundan en el cerro Calvario, con una potencia de 80 metros y en el cerro de Belen Pucara con 60 metros, estando intercalados entre areniscas y pizarras, El conglomerado está formado de rodados mas o menos pequeños, fuertemente cementados con arenisca fuertemente silicificada entre el conglomerado, pudiendo notarse algunos restos de vegetales.

Aluvión—Se encuentran muy poco restos de aluvión, formados por rodados, lentes de arcilla, etc.

Minerales de hierro.—Se encuentra gran cantidad de óxido de hierro en todo el valle de Sicuani; principalmente limonita. A continuación copio los resultados de los análisis que he efectuado:

Muestra N.º 93. Quebrada de Hercca	Gr. %
Pérdida por calcinación	25.00
Fe	51.00
SiO ²	20.22
CaO	3.31
MgO	0.20
Mn	Trazas
	99.73
Muestra de San Pablo	Gr. %
Fe	54.543
Muestra de Marangani	Gr. %.
Fe	43.131

La limonita se encuentra mezclada con carbonato de calcio, lo que hace creer que se trata de una siderosa, no siendo en realidad sino una mezcla de limonita y de carbonato de cal; el resultado del análisis efectuado es el siguiente:

Muestra N.º 94. Quebrada de Hercca	Gr. %
Pérdida por calcinación	15.00
CO ²	18.00
SiO ²	2.10
S.	0.013
Al ² O ²	7.01
Fe	39.00
CaO	18.00
MgO	0.20
Mn	Trazas
	99.323.

Turba.—La turba que se encuentra en la formación lagunar de Andaspata, está en capas de 20 centímetros de potencia; el resultado del análisis, que hemos efectuado, de esta turba, es el siguiente;

Muestra N.º 1	Gr. %
Agua higroscópica	14.70.
Carbón fijo	36.78.
Cenizas	28.61.
Azufre total	2.10.
Cloruros	0.64.
Análisis de la cenizas de la turba	Gr. %
SiO ²	79.844.
Fe ² O ³	1.980.
Al ² O ³	3.020.
MgO	0.018.
CaO	14.200.
KCl + NaCl	0.040
	99.102

Algunos indios del lugar emplean esta turba como combustible. No hemos determinado el poder calorífico por falta de calorímetro.

Carbonato de cobre—Azurita.—Cerca del cerro de Capillani, se encuentran unas pizarras sarcillosas de color verde azulado que contienen una pequeña cantidad de carbonato de cobre, el resultado del análisis practicado es el siguiente:

Muestra N.º 12.	Gr. %
Pérdida a 110º	5.00.
Pérdida por calcinación	18.00.
SiO ²	22.90.
Al ² O ³	13.00.
Fe ² O ³	0.34.
CaO	22.25.
MgO	0.94.
CO ²	10.00.
CuO.	7.43.
	99.86.

Estratos.—La potencia de los estratos en Sicuani pasa de 1,400 metros, constituidos de la manera siguiente: en la parte baja una arenisca muy antigua que se observa en el cerro Calvario y en Maranganí, capas de arcillas en bancos de diferentes espesores, capas de areniscas amarillas, capas de pizarras de diferente espesor, areniscas amarillas, capas de pizarras de diferente espesor, areniscas,

arcillas pizarrosas de diferentes colores, calcáreos, conglomerados cuya potencia pasa de 100 metros; este es el orden de la formación de Sicuani.

YACIMIENTOS FOSILIFEROS.

Indicamos a continuación los principales yacimientos fosilíferos que hemos encontrado en Sicuani, a fin de facilitar su conocimiento a aquellos que quieran hacer un estudio concienzudo de la geología de este lugar.

El cerro de Belen Pucara se encuentra a un kilómetro de Sicuani saliendo por el camino que conduce a la parcialidad de Chimu; en el pequeño cerro de la izquierda se halla una marga con abundantes braquiopodos del Carbonífero.

En el cerro Calvario que está situado junto a Sicuani, se encuentran muchos yacimientos fosilíferos; en la parte baja del cerro en una arenisca antigua se halla una fauna abundante en gusanos que no se han podido identificar y que parecen del silúrico. Subiendo este cerro, hacia la mitad, encontramos en unas pizarras una flora muy abundante y entre ella hemos encontrado un fósil característico del (Pérmico), Carbonífero superior, las demás especies no se han podido determinar por falta de bibliografía ad hoc.

Junto a la pequeña iglesia de Pampacucho, y en una arenisca he encontrado gran número de fósiles indeterminados y a unos 10 metros mas arriba se encuentran unas pizarras con abundantes fósiles vegetales.

Frente al pueblo de San Felipe, en un pequeño cerro, se encuentran fósiles vegetales en unas arcillas muy descompuestas.

En el cerro de Hatun San Cristobal, en unas pizarras que se encuentran en la parte baja, hay abundantes fósiles vegetales.

En Layo encontramos fósiles en un calcáreo grís; estos fósiles son muy poco silicificados.

Hacia la cumbre del cerro Sunturi, que está en la quebrada de Hercca, encontramos la misma fauna devónica que encontró el Dr. Lisson en la excursión científica de 1917.

En el cerro Pilluni, ha encontrado el Dr. Angel Maldonado una abundante fauna devónica, muy rica en crinoideos, este cerro está frente a la fábrica de tejidos de Chectuyo.

En el cerro llamado Sancana también encontramos un ejemplar de *Tropidoleptus*, en muy buen estado de conservación.

En Uscupata, a la entrada, se encuentran pizarras que contienen fósiles indeterminados.

En Huitaca se encuentra la misma arenisca antigua del cerro Calvario, conteniendo fósiles vegetales de tamaño apreciable.

LAGUNAS

En la provincia de canchis se encuentra multitud de lagunas de más o menos importancia, entre las de mayor extensión tenemos: la de Langui que es importante por tener en sus aguas una fauna muy variada; la de Sihuincocha que es importante por dar origen al río Combapata; cerca del pueblo de Marangani se encuentra una pequeña laguna llamada Ccañocotta, la circunferencia de esta laguna es de 4,100 metros, con una profundidad por término medio de 12 metros, la cantidad de agua que contiene según el ingeniero Dunkelberg es de 13.080,000 metros cúbicos.

AGUAS MINERALES

La provincia es muy rica en aguas minerales, entre las principales tenemos:

Las aguas de Uyurmiri se encuentran a 3 kilómetros de Sicuani las que tienen bastante renombre por sus propiedades curativas.

Bajo forma de cuadro expreso el resumen de mis investigaciones acerca de esta agua:

Altura de la fuente sobre el nivel del mar: 3,800 metros.

Roca por la que aflora: calcáreo.

Olor: inodora.

Color: incolora.

Sabor: agradable.

Untuosidad: manifiesta.

Temperatura del agua: 43°. 5 C. a la 1 p. m. del 13 de febrero 1917.

Reacción: alcalina.

Peso específico: 1.042 a 15° C.

Débito de las aguas por minuto: 21 litros.

Potencia balnearia: siendo la unidad balnearia de 330 litro de agua y teniendo las aguas de Uyurmiri un débito de 30, 240 litros en 24 horas, la potencia balnearia será de 91.

Residuo fijo a 110° C: 3 gr. 056.

Residuo fijo a 180° C: 3 gr. 0 26.

Iones por litro

IONES	NOMBRE DEL ION.	CARG. ELECTR.	GRAM. POR L.(1)	CANTI.AG.E.MP.
Cation	Calcio (Ca)	†	0 gr. 47915	500 cc.
Cation	Magnesio (Mg)	†	0 gr. 05747	500 cc.
Cation	Fierro (Fe)	†	0 gr. 010201	500 cc.
Cation	Aluminio (Al)	†	0 gr. 011259	500 cc.
Cation	Sodio (Na)	†	0 gr. 00030	500 cc.
Cation	Potasio (K)	†	0 gr. 0038	500 cc.
Anion	Acido. silícico (SiO^2)	-	0 gr. 056563	500 cc.
Anion	Cloro (Cl)	-	0 gr. 095742	200 cc.
Anion	Sulfúrico (SO^4)	-	1 gr. 41100	200 cc.
Anion	Anhidrido carbónico total (CO^2)	-	2 gr. 050695	500 cc.
Anion	Fosfatos (PhO^4)	-	vestigios	20.000 cc.
Anion	Boratos (BoO^2)	-	vestigios	20.000 cc.

(1). — Calculados con la tabla internacional de pesos atómicos de 1914.

Clasificación del agua: sulfatada, cálcica, bicarbonatada, cálcica magnesiana. (Boro).

Las fuentes termales de Aguas Calientes fueron estudiadas detalladamente por el profesor Raimondi.

Entre los pueblos de San Pablo y San Pedro de Cacha, afloran aguas minerales que dejan abundantes depósitos de carbonatos y como hay gran cantidad de fuentes en esta Hoya, se vé un inmenso manto blanco que se extiende entre ambos pueblos.

Frente a Sicuani al pié del cerro Belen Pucara en un lugar llamado Mojo, aflora una agua potable; en este lugar han construído dos pozos, a los que acuden los pobladores de Sicuani. En Maranganí en el lugar llamado Qquelluno, junto al molino, aflora una agua ferruginosa templada

ACCION DE LAS AGUAS SALVAJES

En el cerro Calvario, bajando por una quebradita, se encuentran numerosas columnas ensombreradas, que a los lejos semejan una ciudad en ruinas, en la que se levantarán pequeñas torres y muros, que no son sino el resultado de la acción de las aguas salvajes. (Lam. 7)

FORMACION LAGUNAR

Lago Lisson

Al N. E. de Sicuani hay un lugar llamado Andaspata por donde pasa un pequeño arroyo que baja de la quebrada de Uyurmiri, habiendo hecho, dicho arroyo, un pequeño corte de 25 metros en el que se observa una formación lagunar (Lam. 8) muy semejante a la de San Gerónimo—Departamento del Cuzco—; en la que se vé de arriba hacia abajo: primero una capa de tierra vegetal de 20 centímetros de espesor; segundo una capa de creta lacustre que contiene gran cantidad de Diátomeas, entre las cuales hemos podido identificar especies de los siguientes géneros: *Ephitemia*, *Nitzschia*, *Staurosida*, *Meridiön*, *Surirella*, *Denticula*, *Rhoicospherica*, *Cymbella*, *Coconeis*, *Navícula*, *Actynociclus*, *Caillonella*, *Stephanodiscus*, *Trybionella*, *Grammatophora*, *Gephyria*, no por esto podemos llamarlo trípoli, por el hecho que la mayor parte es de CO_3Ca ; tiene una potencia de 0.40 cm.; 3.º una capa de turba en la cual se encuentran tallos de vegetales muy desarrollados, la potencia de esta capa es de 40 cm.; 4.º se encuentran además pequeñas capas de travertino de 0m20 de espesor; 5.º vuelve a observarse la creta lacustre rica en diátomeas y conteniendo gran cantidad de fósiles

de agua dulce (Lam. 8) *Helix* Sp?, *Helix* sp?, *Cupidula* Sp?, *Astarte* sp?, del mioceno superior. Estas capas se continúan alternativamente, su dirección es de E. a O. Esta formación se extiende hasta el pié de los cerros de Uyurmiri, en una extensión de 2 kilómetros.

Restos de esta formación se encuentran al pié del cerro Belén Pucara, junto a una pequeña laguna llamada de Chimu.

Hacia el S. de Sicuani también se observa restos de esta formación, en Uscupata, a una altura de 138 pies; siguiendo hacia Maranganí y la Raya encontramos esta formación, siendo las capas de turba mas estrechas. También se encuentran esta formación en San Pedro de Cacha y en Tinta.

Estas formaciones marcan la posición de un antiguo lago que se extendía desde la Raya hasta mas allá de Tinta y ocupaba la hoya de Sicuani, Maranganí y Tinta, formando multitud de bahías que se encadenaban: Maranganí, Uscupata, Chimu—, aquí el cerro Belén Pucara avanzaría como una lengua de tierra formando una pequeña península—, luego la hahía de San Felipe, Quermamani, San Pablo y Racchi.

El origen de este lago se remonta al final del terciario en el cual deben haberse realizado los grandes levantamientos y hundimientos que dieron origen a las hoyas de Maranganí, Sicuani, Tinta, etc.; durante el período glacial esta hoya fué cubriéndose de una inmensa masa de agua, esto sucedía a fines del Plioceno y principio del Pleistoceno; el régimen de las aguas no ha sido constante, lo demuestra aquella alternancia entre el calcáreo, las turbas y las capas de travertino; a medida que se iba suavizando el clima, el lago debe haber experimentado una lenta desecación hasta quedar con un pequeño caudal de agua dando lugar al desarrollo de una abundante flora cuyos restos constituyen las capas de turba que se encuentran en estas formaciones; cambió de nuevo el clima i volvió a subir de nuevo el nivel del agua; la creta lacustre que compone la formación, proviene de los calcáreos que se encuentran en Belén Pucara, en San Felipe, etc.

Muchas son las teorías que se han emitido para explicar el origen de estas formaciones. El ingeniero Dueñas dice haber encontrado trípoli en muchos lugares del departamento del Cuzco, y cree que en el terciario el oceano cubrió las montañas de los Andes, o que antiguamente se extendía el Titicaca por esta región, le parece lo más acertado; pero lo más positivo es creer que durante el final del terciario, cuando tuvieron lugar los grandes levantamientos y hundimientos, se formaron gran número de hoyas que dieron lugar a multitud de lagos en esta parte de Sud-América, tales como el de Morkill, estudiado por Gregori y el de Ayusbamba.

Lámina N^o. 7



- 1: Templo de Viracocha, Tinta.
2: Columnas ensombreadas, Sicuani.



Lámina N^o. 8



- 1: Formación lagunar, Andaspata.
- 2: Astarte sp?
- 3: Helix sp?.
- 4: Helix sp?.
- 6: Travertino, San Felipe.

Lámina N^o. 9



- 1: Volcan Quimsachata, Tinta.
2: Lavas Andesíticas,
3: Lava Andesítica, costra de pan.

El lago de Sicuani ha sido independiente de los otros que existieron en el departamento del Cuzco, y para el cual proponemos el nombre de lago Lisson, en homenaje al sabio geólogo peruano Dr. Carlos I. Lisson, cuyos trabajos sobre Geología y Paleontología nacional, han llenado muchas veces de gloria a nuestro país.

TRAVERTINO .

La formación que se extiende al S. E. de San Felipe en una extensión de un kilómetro, está constituido por travertino en el cual se observa tallos de vegetales bastante desarrollados, (Lam. 8) encontrándose también en abundancia moluscos: *Helix* sp?

Hacia el S. se encuentra la roca compacta, blanca y fuertemente silicificada, constituyendo una de las principales canteras de Sicuani; en algunos sitios cambia el color blanco por uno ligeramente rosado, debido a pequeña cantidad de óxido de hierro; en algunos sitios se encuentran depósitos de carbonato de cal de un aspecto gelatinoso transparente.

En la quebrada de Uscupata se encuentran también bancos de travertino. Estos travertinos tienen gran interés paleontológico en razón de los numerosos restos de moluscos terrestres y de vegetales que encierran; bien estudiados, pueden arrojar gran luz sobre el clima de la época en que vivieron, probablemente durante la época cálida o templada del cuaternario.

VOLCAN DE TINTA O QUIMSACHATA

El pueblo de Quea está a un kilómetro de San Pedro de Cacha.

Al E. se levanta el cerro Mancahuilpa, constituido por areniscas intercaladas de unas arcillas verdes y celestes. Hacia el N. junto al pueblo de Quea se encuentran montículos de lava provenientes del volcán llamado Quimsachata (Lam.9)—tres puntas—; un camino muy estrecho conduce hacia la cumbre del volcán; los pobladores de este lugar dicen que Dios hizo caer una barreta para que reventara dicho volcán. El cráter está formado por un bonete de tres picos, por lo cual los naturales le pusieron el nombre de Quimsachata que significa tres puntas; dicho cráter está cerrado y completamente destruido; este volcán es del tipo Stromboliano. Del cráter se observa que, una gran corriente de lava se deslizó hacia Sullaypampa, ocupando una extensión de una legua cuadrada, con la imaginación podemos fácilmente reconstruir el curso que siguió aquella gran corriente de lava; otra corriente se dirigió hacia Racchi pero de menor extensión. El cono del volcán es mixto y está formado por capas de lava y lapille; parte de este cono está destruido.

En las cercanías del volcán encontramos gran número de bombas volcánicas; el lapille se encuentra en abundancia; la piedra pomes de color rojo y gris la emplean los naturales para pulir. Además hemos encontrado muestras muy bonitas de costra de pan, es decir de lava cuya superficie ha sido hendida (Lam. 9).

La lava que cubre la hoya de Sullaypampa i Racchi (1) es de un color negro, muy dura, conservando sus aristas muy agudas; su altura es 60 metros; no he podido hacer el estudio petrográfico de esta roca por falta de máquina para hacer el corte. El profesor José Bravo ha estudiado esta roca y la clasifica como andesita augítica.

El Químsachata es un volcán pasivo; está situado a 3,444 metros sobre el nivel del mar y a 14° 8' de latitud S. y 73° 40' longitud O. del meridiano de París. Hacen muchos años que los pobladores de este lugar fueron sorprendidos con grandes ruidos subterráneos que sintieron por espacio de dos días, y luego sobrevino un fuerte temblor que llegó hasta el Cuzco por el N. y hasta Santa Rosa por el S.; y por intervalos largos se dejaron sentir ruidos subterráneos y pequeños movimientos de tierra.

El Señor José Toribio Polo que ha hecho la recopilación de los datos de los antiguos cronistas del Perú, respecto de los grandes temblores acaecidos en el departamento del Cuzco, nos dice que las provincias de Canas y Quispicanchis, etc. han sido teatro de grandes terremotos que asolaron estas comarcas; hoy en día puede decirse que han entrado en un período de calma estas provincias.

El Señor Manuel A. Fuentes dice que del cráter brotan copiosas fuentes de agua muy dulce y cristalina; nosotros no hemos encontrado tales fuentes.

El cráter tiene la forma de un embudo de 90 metros de profundidad, en el que se encuentran grandes fragmentos de lava de aristas muy agudas; la lava no ha sufrido la acción atmosférica a pesar de que las lluvias son intensas, la lava se conserva de una manera admirable. En toda la gran extensión cubierta por la lava se encuentran pequeñas construcciones del tiempo de los Incas, en los bordes del cráter hay multitud de chozas de aquel tiempo, debido a las ideas que entonces tuvieron del fuego.

Junto al pueblo de Racchi encontramos las ruinas del grandioso templo de Viracocha (Lam. 7) construido sobre la lava andesítica y cuyos muros han sido construidos de la misma; es digno de notarse que solamente la parte inferior ha sido construida de este ma-

(1) Middendorf dice que Racchi quiere decir arcilla plástica, la vajilla de barro quemada.

terial y el resto de adobes; las ruinas abarcan una extensión de 400 metros cuadrados; el origen de este templo se pierde entre leyendas; no hay dos de los antiguos cronistas que coincidan con el origen de este templo, que parece remontarse a tiempos anteriores al reinado de los Incas.

RELACION DE LAS MUESTRAS QUE PRESENTO

Carbonifero

- N.º 1. *Productus* Cora, d'Orbigny.
- N.º 2. „ *Humboldti*, d'Orbigny.
- N.º 3. „ cf. *Cancriniformis*, Tschernyschew.
- N.º 4. „ *Semireticulatus*, Martin. var *Inca*, d'Orbigny
- N.º 5. „ *Capaci*, d'Orbigny.
- N.º 6. „ sp.?
- N.º 7. „ sp.?
- N.º 8. „ sp.?
- N.º 9. „ sp.?
- N.º 10. *Seminula argentea*, Shepard.
- N.º 11. *Pugnax* Utah, Marcou.
- N.º 12. *Hustedia* *Mormoni*, Marcou.
- N.º 13. *Fenestella*.
- N.º 14. *Ambocoelia* *Planoconvexa*, Schumard.
- N.º 15. *Balanophillia*.
- N.º 16. *Briozoarios*.

DEVONICO

- N.º 17. *Tropidoleptus carinatus*, Conrad.
- N.º 18. *Platyceras* sp. ?
- N.º 19. *Spirifer* sp.?
- N.º 20. *Chonetes* sp.?
- N.º 21. *Chonetes* sp.?
- N.º 22. *Ronseallaria* sp.?
- N.º 23. *Cipricardella*.
- N.º 24. *Crinoideos*.
- N.º 25. *Gusanos*.

PERMICO

- N.º 26. *Taeniopteris* *Coriacea*, Saller.
- N.º 27 al 36. Flora del permico, indeterminada.

SILURICO

N.º 37 al 39. Huellas de Anélidos del Silúrico.

FORMACION LAGUNAR

- N.º 40. *Helix* sp.?
 N.º 41. *Helix* sp.?
 N.º 42. *Astarte* sp.?
 N.º 43. Turba amorfa.
 N.º 44. Travertino encontrado junto a las capas de turba.
 N.º 45 Travertino encerrando *Helix*. sp.?
 N.º 46. Travertino, tallo de un vegetal muy desarrollado.
 N.º 47. Travertino.

VOLCAN DE TINTA

- N.º 48. Bomba volcánica.
 N.º 49. Lapille.
 N.º 50. Pomes de color rojo.
 N.º 51. Pomes de color negro.
 N.º 52. Costra de pan.
 N.º 53. Lava andésitica.

ROCAS SEDIMENTARIAS

NUM.	ROCA	LOCALIDAD
N.º54	Arenisca blanca.	Uyurmiri
N.º55	„ „ sucio	Belen Pucara.
N.º56	„ „ „	Hatun San Cristobal.
N.º57	„ rojo morado	Uscupata.
N.º58	„ roja	Hatun Pucara.
N.º59	„ amarillo sucio	Hercca.
N.º60	„ morada.	San Pablo.
N.º61	„ violeta.	Huitaca.
N.º62	„ verde.	San Pablo
N.º63	„ grís.	Maranganí.
N.º64	„ arcillosa.	Calvario.
N.º65	„ grís.	San Felipe .
N.º66	„ pizarrosa.	Pampacucho.
N.º67	„ con láminas de magnetita	Hercca

NUM.	ROCA	LOCALIDAD
N.º68	Cuarcita.	Cruscunca.
N.º69	Aragonita fibro compacto	Hercca.
N.º70	Calcáreo blanco sacaroideo.	Maranganí
N.º71	Toba calcárea.	San Felipe
N.º72	Depósito calcareo de las aguas mine- rales.	San Pablo.
N.º73	Calcáreo litográfico de color amarillo	Capillani.
N.º74	Calcáreo glauconioso	Miskiri
N.º75	Terra rosa.	Hatun Pucara.
N.º76	Marga de color violeta	Mirismoco
N.º77	Calcáreo morado muy fosilífero.	Uscupata.
N.º78	Calcareo grís.	Hatun San Cristobal.
N.º79	Marga grís.	Belen Pucara.
N.º80	Pizarra grís	Belen Pucara
N.º81	Pizarra arcillosa.	Sunturi.
N.º82	Arcilla pizarrosa morada.	Maranganí.
N.º83	Arcillas verdes endurecidas conte- niendo 7 % de cobre.	Capillani.
N.º84	Arcilla ferruginosa.	Hatun Pucara
N.º85	Arcilla pizarrosa.	Huitaca.
N.º86	Arcilla endurecida.	
N.º87	Conglomerado con cemento arenoso fuertemente silicificado.	
N.º88	Conglomerado con cemento silíceo	Belen Puraca.
N.º89	Conglomerado con cemento silicoso	San Felipe.
N.º90	Conglomerado con cemento silicoso	Hatun San Cristobal.
N.º91	Brecha de falla con cemento de arci- lla ferruginosa.	Trapiche.
N.º92	Nódulos arcillosos.	Hercca.
N.º93	Limonita con carbonato de cal.	Hercca.
N.º94	Limonita	Trapiche.
N.º95	Ocre amarillo.	Hatun Pucara.
N.º96	Ocre rojo.	San Felipe.
N.º97	Yeso.	Maranganí
N.º98	Arenisca descompuesta, color morado	Maranganí.
N.º99	Ocre rojo.	Huitaca

RESUMEN

1.º—Hemos encontrado en Sicuaní el Silúrico en una arenisca antigua, que se encuentra en la parte baja del cerro Calvario.

2.º—Hemos determinado el Devónico en Maranganí, Uscupata, San Pablo, San Pedro de Cacha y Chectuyo.

3.º—Hemos determinado el Carbónífero superior en el cerro de Belen Pucara, de donde hemos extraído una abundante fauna Ouraliana. Hasta la fecha nadie había indicado este terreno en el departamento del Cuzco.

4.º—Establecimiento de la gran cuenca Carbonífera del Perú.

5.º—El Devónico y el Carbonífero, siempre se han presentado en Sud América en concordancia; hemos observado en el cerro Belen Pucara, que están en discordancia sus capas con las del Hatun Pucara, que es de formación Devónica.

6.º—Determinación del Pérmico (Carbonífero superior) en el Perú, Hemos encontrado en el Calvario, capas de areniscas, pizarras y conglomerados que descansan en discordancia sobre las capas del Silúrico que hemos indicado; en las pizarras se encuentra una abundante flora, el fósil mas característico es el Taeniopteris coriacea, Saller, las otras especies en número de catorce no se han determinado por falta de bibliografía.

7.º—La determinación del lago Lisson que ocupó las hoyas de Maranganí, Sicuaní, San Pablo y Tinta, cuyos restos se encuentran en estos lugares, principalmente, en Andaspata donde hemos observado un corte de 25 metros de potencia

8.º—Determinación de los travertinos de San Felipe que jugaron un papel muy importante en el cuaternario.

9.º—Determinación de las rocas sedimentarias, análisis de los calcáreos, de la turba amorfa que se encuentra en la formación lagunar, análisis de algunas muestras de limonita y ocre.

10.º—Estudio de las aguas minerales de Uyurmiri.

11.º—Estudio del volcán de Tinta (Quimsachata), y del templo de Viracocha, que los antiguos Peruanos erigieron en homenaje al Dios del fluido de la lava, y nó como lo afirman los antiguos Cronistas del Perú.

Lima, 10 de mayo de 1918

EDUARDO MALDONADO

V.º B.º (El Decano)

I. LA PUENTE.

El Secretario

CARLOS GRANDA

Lima, a 18 de Mayo de 1918.

Señor Decano de la Facultad de Ciencias.

S. D.

El trabajo ofrecido por el Bachiller señor Eduardo Maldonado, para optar el grado de doctor, es un estudio de carácter monográfico de la provincia de Sicuani; y el autor, conocedor de los accidentes de su relieve, presenta los rasgos más salientes de su geología, se ocupa detalladamente de los afloramientos Paleozoicos, de las formaciones Neozoicas y del volcan Tinta hoy extinguido. Además da análisis de aguas minerales, de rocas, minerales y combustibles, concluyendo por una relación de clasificaciones sobre muestras de fósiles, rocas y minerales de la región, acompañadas de su localidad respectiva.

Tratándose de una tesis sobre cuestiones netamente nacionales y en que se advierten contribuciones efectivas al conocimiento de nuestra geología, los infrascritos opinan que ésta tesis es apropiada a la prueba académica a que se destina y solicitan que la Facultad acuerde su inserción en la Revista Universitaria; salvo mejor acuerdo.

LAURO A. CURLETTI

CARLOS I. LISSON

GUILLERMO MARTINEZ



CUESTIONARIO

PARA EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES
DEL BACHILLER EDUARDO MALDONADO.

- Botánica 1er. curso.* —Teoría electro-magnética de la carioquinesis.—Dr. Ignacio La Puente.
- Botánica 2º. curso.* —Principios fundamentales de Taxinomía, Dr. Ignacio La Puente.
- Física 1er curso.* —Presión osmótica. — Dr. Carlos Granda.
- Física 2º. curso.* —Métodos empleados en la medición de los objetos microscópicos y unidad de medida adoptada.—Dr. Enrique Guzmán y Valle.
- Anatomía i Fisiología.* —Respiración en la serie animal. — Dr. Wenceslao Molina.
- Zoología* —Nutrición de los protozoarios.—Dr. Carlos Morales Macedo.
- Química analítica* —Análisis de las sales poco comunes disueltas en las aguas. — Dr. Enrique Guzmán y Valle.
- Mineralogía i Petrografía*—Isomorfismo de los minerales—Dr. Guillermo Martínez.
- Geología i Paleontología*—El Carbónico en el Perú.—Dr. Carlos I. Lisson.
- Química General* —Opio.—Dr. Lauro A. Curletti.

Lima, 20 de mayo de 1918.

El Secretario.

CARLOS GRANDA.

Vº. Bº.

El Decano.

I. LA PUENTE.

CUESTIONARIO

PARA EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES
DEL BACHILLER EDUARDO MALDONADO.

- Botánica 1er. curso. — Teoría electro-magnética de la catálisis.
neal. — Dr. Ignacio La Fuente.
Botánica 2o. curso. — Principios fundamentales de Taxonomía.
Dr. Ignacio La Fuente.
Física 1er. curso. — Física elemental. — Dr. Carlos Grande.
Física 2o. curso. — Ejercicios especiales en la medición de
los objetos microscópicos y unidad de
medida adoptada. — Dr. Enrique Gu-
mán y Valle.
Anatomía y Fisiología. — Investigación en la serie animal. — Dr.
Wenceslao Molina.
Zoología. — Nutrición de los protozoos. — Dr. Car-
los Gómez Méndez.
Química analítica. — Análisis de las sales poco comunes de
sulfato en las aguas. — Dr. Enrique
Guzmán y Valle.
Mineralogía y Petrografía. — Isomorfismo de los minerales. — Dr. Gu-
illermo Martínez.
Geología y Paleontología. — El Carbonífero en el Perú. — Dr. Carlos L.
Lisson.
Química General. — Óptica. — Dr. Lázaro A. Guisela.

Lima, 20 de mayo de 1918.

El Secretario.

Carlos Grande.

V. B.

El Decano.

I. LA FUENTE.

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE



NLM 03019978 2